

PREVISIÓN DE COSECHA DE ACEITUNAS EN EL OLIVAR SEVILLANO, EN FUNCIÓN DEL POLEN ATMOSFÉRICO, ASÍ COMO DE DATOS CLIMÁTICOS Y AGRONÓMICOS

Francisco José González Minero, Pilar Candau* y Adolfo Marroquín***

**Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Apdo. 874. 41012 Sevilla*

*** Centro Meteorológico de Extremadura. I. N. M. Badajoz*

JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

La realización, a lo largo de una campaña agrícola, de previsiones de cosechas, es una necesidad imperiosa para la gestión de los mercados de productos agrícolas. De esta forma es posible intervenir con suficiente antelación a la hora de poner en funcionamiento medidas reguladoras que moderen los efectos interanuales de las producciones agrarias (planificación del número de jornales dedicados a la recolección, política de precios y gestión de *stocks*).

Esta necesidad es más acusada dentro de la política agraria común de los países de la C. E. E., cuyas directrices imponen cupos de producción, destinan ayudas económicas en casos de caída de la producción por catástrofes meteorológicas, incentivan la implantación o abandono de determinados cultivos, y establecen mecanismos de vasos comunicantes entre los países productores, que eviten en años de baja producción en un estado miembro, el desabastecimiento de los mercados y aumentos desorbitados de los precios (ej. en 1995-96 se duplicó el precio del litro del aceite de oliva en España, como consecuencia del descenso de la producción a causa de la sequía).

Hasta el momento, el método de previsión más utilizado en el caso de cultivos leñosos, ha sido el de parcelas-censo, basado en la observación de un número limitado de parcelas y los inventarios agronómicos donde están recogidas las superficies de explotación de un cultivo, a partir lo cual, se calcula por extrapolación, la producción total de una región. Los inconvenientes que presenta este método de predicción son los siguientes:

- a. Las estimaciones del rendimiento de las parcelas presentan a menudo un factor de subjetividad de los observadores.
- b. Es un método costoso, ya que requiere mucho trabajo de campo en numerosos puntos de observación.
- c. Las estimaciones más precoces, presentan con frecuencia un margen de error demasiado elevado, que sólo se puede corregir en el periodo próximo a la cosecha, cuando la regulación adecuada del mercado es más difícil.

Ante estas deficiencias, algunos autores vienen proponiendo desde los años 60, la existencia de una relación entre la cantidad de polen presente en el aire y el volumen de producción de frutos, tanto en especies cultivadas como en taxones forestales (1-5).

Sin embargo, sólo se ha desarrollado una metodología adecuada que relaciona el contenido polínico de la atmósfera y la producción vegetal, definiéndose en 1980, lo que se ha venido a denominar «Método aeropalinológico de previsión de cosechas» (6). Con este método se han realizado y publicado estudios de previsión de cultivos en olivar, viñedo, cereales, cítricos y avellano (7-11).

Este trabajo constituye un ejemplo de modelo de previsión de cultivos en el olivar sevillano, en el que se integran palinología, climatología y agronomía.

CARACTERÍSTICAS CULTURALES, BOTÁNICAS Y BIOLÓGICAS DEL OLIVO

El olivo (*Olea europaea* L.) se originó hace unos cinco mil años en las montañas del mediterráneo oriental, por hibridación entre una variedad de hojas estrechas y envés dorado (*Olea africana*) y otro parental, posiblemente hoy extinguido, que contribuyó a un fruto con más pulpa. La planta emigró de este a oeste, conjuntamente con las civilizaciones (fenicia, griega y romana) que se expandieron durante siglos a través de dicho mar. La escasez de valles en la cuenca mediterránea, motivó que el olivo se desarrollase como una planta de cultivos marginales, adaptadas a condiciones desfavorables como son sequías periódicas y suelos pobres (12). Posteriormente, el olivo se propagó, con los viajes de ultramar, a otras regiones mediterráneas del planeta (en 1560 llegó a Chile, y en 1770 a California).

España y Andalucía en particular, son las áreas del mundo con mayor superficie olivarera. Plantado desde época romana, no es hasta final del siglo pasado, cuando en respuesta a las demandas de aceite, aumentó considerablemente el cultivo del olivo en Andalucía, tendencia que se ha mantenido hasta la actualidad, convirtiéndose en un monocultivo en amplias comarcas de Jaén, Córdoba, Granada y Sevilla. Este hecho, se puede cifrar en más de dos millones de hectáreas de olivar en Andalucía, o lo que es lo mismo, doscientos millones de árboles (a razón de 100 por hectárea), que proporcionan trabajo directo o indirecto a miles de personas en la región. Y es que el olivar, debe entenderse como un bosque que requiere un alto grado de conservación y limpieza para que la producción sea máxima: arranque de malas hierbas, podas, arado y luchas contra plagas fúngicas (Repilo, Verticilosis) y plagas de insectos (Mosca del olivo y Prays). El sector económico del olivo, también necesita de mucha mano de obra en la recolección y en la transformación y comercialización del aceite.

El olivo es un árbol con hojas simples, coriáceas y perennes. Sus raíces pueden profundizar 12 metros en el suelo y su copa alcanza hasta 10 metros de altura (13). Presenta flores hermafroditas, agrupadas en panículas alargadas, estimándose que en un individuo adulto, existen hasta un millón de flores (8).

Dada su condición entomófila, la flor de olivo produce poco polen, caracterizado por su pequeño a mediano tamaño, 4.9 nanogramos de peso por grano. El olivo presenta secundariamente una polinización mediada por el viento, favorecida por la alta producción de flores por árbol y por la alta densidad de pies en las plantaciones olivares, lo que se traduce en altas concentraciones de polen en el aire durante la época de floración de la planta.

El fruto (la oliva o aceituna), es una drupa con una pulpa rica en ácidos grasos insaturados, entre los que destaca el ácido oleico (70%). El fruto se destina a aceituna de mesa, después de haberle eliminado el glucósido amargo que contiene, o a la obtención de aceite de oliva mediante prensado de la pulpa. La abundancia de ácidos orgánicos insaturados en el aceite, le confieren propiedades anticolesterogénicas. El aceite de oliva se destina mayoritariamente a uso alimentario, consumiéndose más de un 90% de la producción en los propios países productores.

El olivo presenta un ciclo biológico largo, cuyo inicio se puede fechar a comienzos de febrero (variable según las zonas), cuando la planta sale de su periodo de reposo invernal, y produce las yemas florales. A partir de ese momento, la planta acumula diariamente energía, cuando la temperatura media está por encima de 5°C, y florece y poliniza en abril o mayo, cuando el sumatorio acumulado alcanza valores próximos a los 725-730 grados-día (14). Por tanto, altas temperaturas medias en estos meses previos, adelantan la floración, ocurriendo lo contrario cuando aquellas son bajas (14).

Floración y polinización conducen a la formación del fruto. En el olivo se produce una abscisión del 99% de los frutos durante el mes siguiente a su formación, aun así, se ha comprobado que una alta cantidad de polen, conduce a una mayor cantidad de fruto (15). Esta caída natural del fruto recién formado, es una consecuencia de la competencia de éstos por la reserva de asimilados de la planta (manitol) (16), esta reserva es insuficiente para mantener el desarrollo y crecimiento de todos los frutos, que terminan en desprenderse en un elevadísimo porcentaje (16).

El fruto que sigue adelante, pasa muchos meses en la planta antes de su recogida, septiembre (aceituna de mesa) y diciembre a enero (aceituna para aceite). Durante el desarrollo del fruto, se acumulan gibelerinas en el endospermo de las semillas, hormonas vegetales que inhiben en noviembre a los inductores florales, responsables de la floración de la primavera siguiente (16). Este factor endógeno del olivo, hace que la intensidad en la floración dependa de la cantidad de fruto presentes en el árbol en el otoño anterior. El resultado es un régimen de alternancia bienal, caracterizado por un año de alta producción de flores, polen y frutos, seguido por un año de baja producción de los mismos.

ÁREA GEOGRÁFICA DE APLICACIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE CULTIVOS: CLIMATOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS OLEÍCOLAS

La provincia de Sevilla se encuentra en la mitad suroccidental de la Península Ibérica, con 1.400.003 hectáreas y 1.300.000 habitantes, siendo la más extensa y poblada de Andalucía. Ocupa parte del Valle del Guadalquivir y es llana casi en su totalidad, exceptuando las estribaciones montañosas en los límites norte y sur de la misma. Su capital, Sevilla (37° 23' N, 5° 58' W) se encuentra aproximadamente en el centro geográfico de la provincia.

El 10% de la superficie provincial se dedica al olivar (en régimen de secano) para la obtención de aceite (19). En la **Figura 1** se muestra el porcentaje de distribución del cultivo en la provincia.

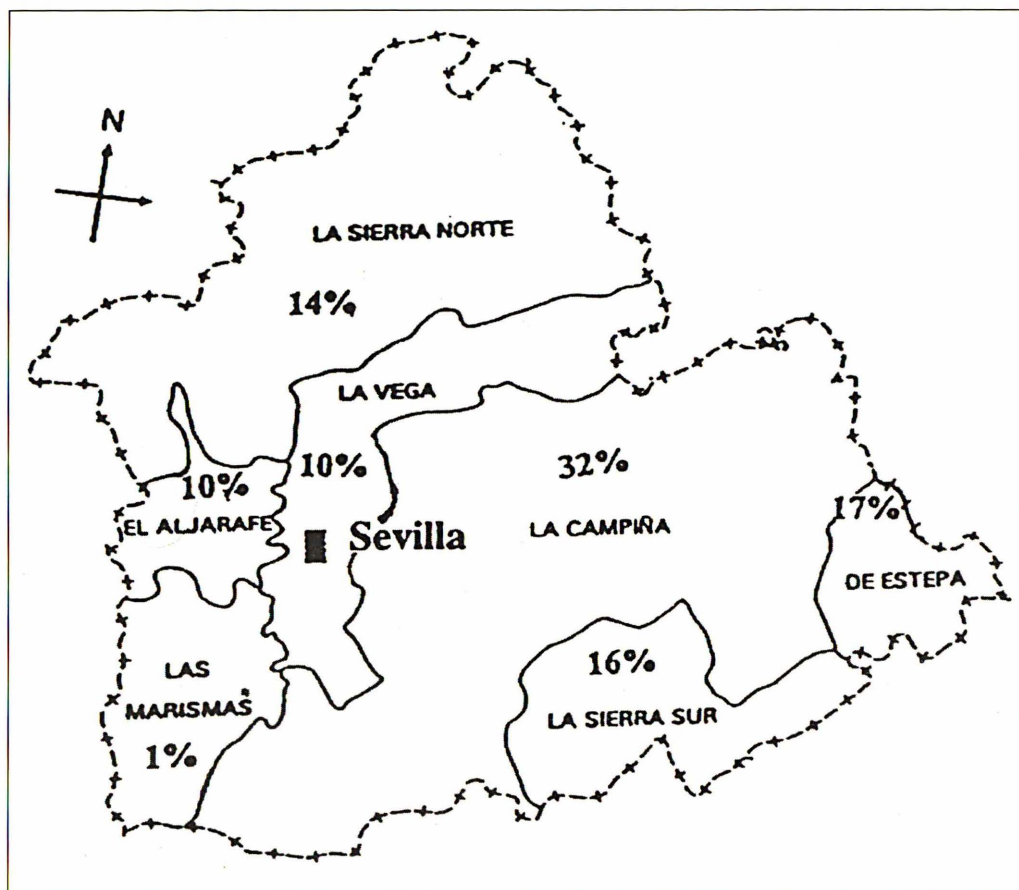


Figura 1. Distribución del cultivo del olivar

El clima de Sevilla es mediterráneo, con una temperatura media anual próxima a los 19°C y 600 l/m² de precipitación anual media, concentrada ésta entre mediados del otoño y principios de la primavera, con acusados mínimos centrados en el verano (17). Por otra parte, la distribución interanual de las precipitaciones es muy irregular, con una gran variabilidad en la que se alternan periodos de sequía más o menos severos en duración e intensidad, con años en los que las lluvias son excepcionalmente altas en comparación con los valores normales (medias de 30 años). Estas condiciones meteorológicas y climáticas son características del clima mediterráneo meridional, en las que el olivo vegeta bajo buenas condiciones de temperatura, pero pudiendo padecer fuerte estrés hídrico, debido a la deficiencia de aportes consecuencia de los largos periodos de sequía (18).

METODOLOGÍA UTILIZADA

En la **Figura 2** se expone el esquema de la metodología en que se basa el estudio, cuyos principales aspectos son:

Captura de polen

El recuento de polen atmosférico, se ha realizado con un captador Cour (20) emplazado en la azotea de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, un edificio no apantallado por obstáculos topográficos y expuesto a los vientos dominantes. El captador ha muestreado el aire de la ciudad durante 10 años consecutivos (1987-96). Las muestras se han cambiado todas las semanas, obteniéndose, después de un tratamiento químico y un análisis microscópico, las concentraciones semanales de polen (en este caso de olivo) expresadas en granos/m³ de aire. En este trabajo, se ha utilizado el concepto de periodo de polinización principal (PPP), o periodo del año en el que se recoge entre el 5 y el 95% del polen acumulado de un determinado tipo (en este caso de olivo).

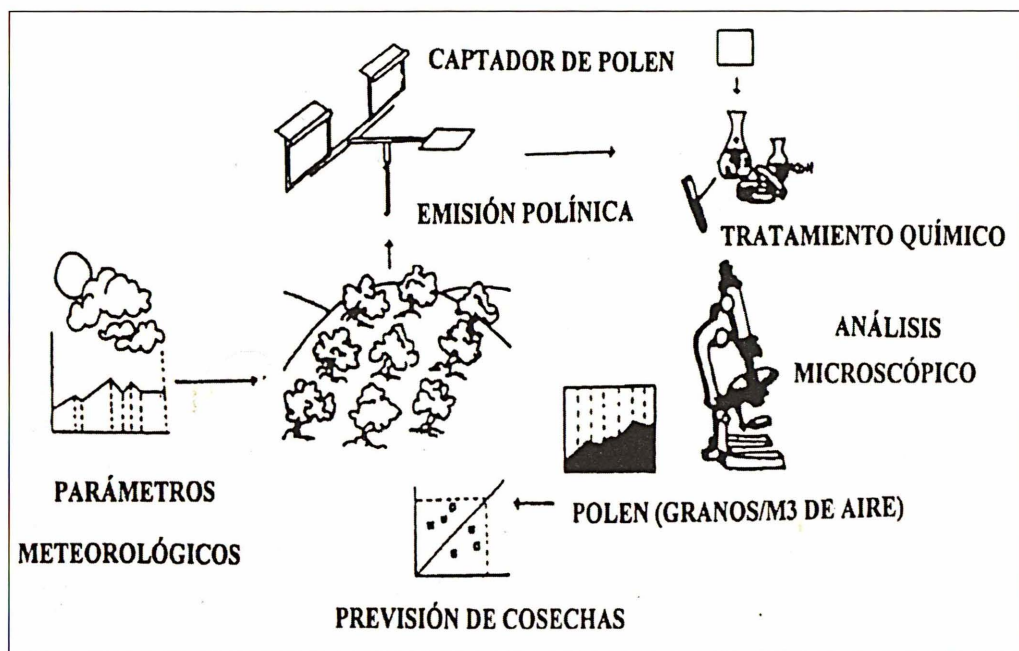


Figura 2. Metodología para ajuste del modelo

Datos climáticos

Los datos climáticos utilizados han sido las medias de las temperaturas máximas (en °C) registradas durante los respectivos PPP de cada año, las precipitaciones totales (en l/m²) registradas antes de la recogida de polen de olivo (1° de septiembre, del año precedente, a 15 de abril) y las lluvias totales (en l/m²) posteriores al periodo de polinización (1° de septiembre a 30 de noviembre). Estos valores se han obtenido a partir de los resúmenes decenales elaborados por el Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Occidental, con sede en Sevilla, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología.

Datos agronómicos

Se ha considerado la superficie del olivar dedicada cada año a la aceituna para aceite, y los valores de producción anual de aceitunas en la provincia de Sevilla, expresados en producción media por hectárea (kg/ha). Estos valores de producción, los suministra el mes de marzo (casi un año después de la floración y polinización) la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, una vez finalizada la recogida de la aceituna (Boletín de Información Agraria y Pesquera, Marzo de 1987, 1988,....., 1996) (21)

Tratamiento estadístico

Se han aplicado métodos de regresión lineal múltiple de la producción de aceitunas (kg/ha), con la cantidad de polen de olivo (granos/m³) recogido cada año durante el periodo de polinización principal, la duración del PPP, y los datos climáticos disponibles (precipitación y temperatura máxima), obteniéndose los coeficientes que permiten establecer las ecuaciones que suministran estimaciones del rendimiento de las cosechas de aceitunas.

RECIENTOS POLÍNICOS, DATOS AGRONÓMICOS Y CLIMÁTICOS

En la **Tabla 1** se muestran los valores utilizados en los cálculos estadísticos, pudiendo observarse que la variación interanual del polen de olivo capturado durante los periodos de polinización principal, se caracteriza por:

| Tabla 1: Datos Palinológicos, Agronómicos y Climáticos | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------|--|--------------|
| | Palinología (PPP) | | Agronomía | Climatología | | |
| Años | Polen (granos/m ³) | Duración (días) | Producción (kg/ha) | Precipitación anterior ⁽¹⁾ | Precipitación posterior ⁽²⁾ | TXM/PPP (°C) |
| 1987 | 1975 | 35 | 1605 | 465.3 (86/87) | 170.8 | 26.9 |
| 1988 | 1244 | 63 | 967 | 578.8 (87/88) | 29.4 | 28.8 |
| 1989 | 1533 | 35 | 1475 | 434.4 (88/89) | 90.1 | 26.2 |
| 1990 | 1287 | 42 | 1280 | 886.2 (89/90) | 59.1 | 23.5 |
| 1991 | 4091 | 42 | 1866 | 337.6 (90/91) | 53.3 | 30.5 |
| 1992 | 2033 | 28 | 1167 | 367.7 (91/92) | 65.3 | 29.6 |
| 1993 | 970 | 56 | 1050 | 173.6 (92/93) | 44.9 | 25.7 |
| 1994 | 1007 | 28 | 1209 | 191.0 (93/94) | 46.9 | 26.1 |
| 1995 | 1017 | 49 | 1178 | 213.0 (94/95) | 162.4 | 24.5 |
| 1996 | 1496 | 56 | 1365 | 743.9 (95/96) | 126.0 | 27.2 |
| PPP: Período de polinización principal | | | | | | |
| (1): Precipitación en l/m ² , desde 1 de septiembre del año anterior a 15 de abril | | | | | | |
| (2): Precipitación en l/m ² , desde 1 de septiembre a 30 de noviembre | | | | | | |
| TXM/PPP: Temperatura máxima media, durante el PPP | | | | | | |

a. Altas oscilaciones en la cantidad de polen presente en la atmósfera (Figura 3) entre distintos años (p.e. en 1991 se recogió cuatro veces más polen que en 1993, 94 o 95).

b. Régimen de alternancia bienal entre 1987 y 1992.

c. Cantidades totales consecutivamente bajas entre 1993 y 1995, periodo en el que además se rompió el régimen de alternancia bienal de producción polínica, fenómeno este último probablemente inducido por la aguda sequía que había comenzado en 1991, y que se mantuvo hasta el 95/96, assolando el sudoeste peninsular español.

d. La duración de los periodos de polinización principal, oscila entre 28 días (años 92 y 94) y 63 días (1988).

La producción media por hectárea del olivar se puede dividir en años de alta producción, en los que se superan los 1.350 kg/ha (1987, 1989, 1991 y 1996), y años de baja, en los que no se alcanza la cifra anterior (1988, 1990, 1992, 1993, 1994, 1995). El resultado es una manifiesta alternancia bienal en la producción entre 1987 y 1992, seguida por años de baja y parecida producción entre 1993-95 (1.050 a 1.209 kg/ha), finalizando en 1996 de nuevo con una producción superior a los 1.350 kg/ha (**Fig. 3**), ligados estos últimos valores, a partir de 1992, a los efectos de la ya citada sequía.

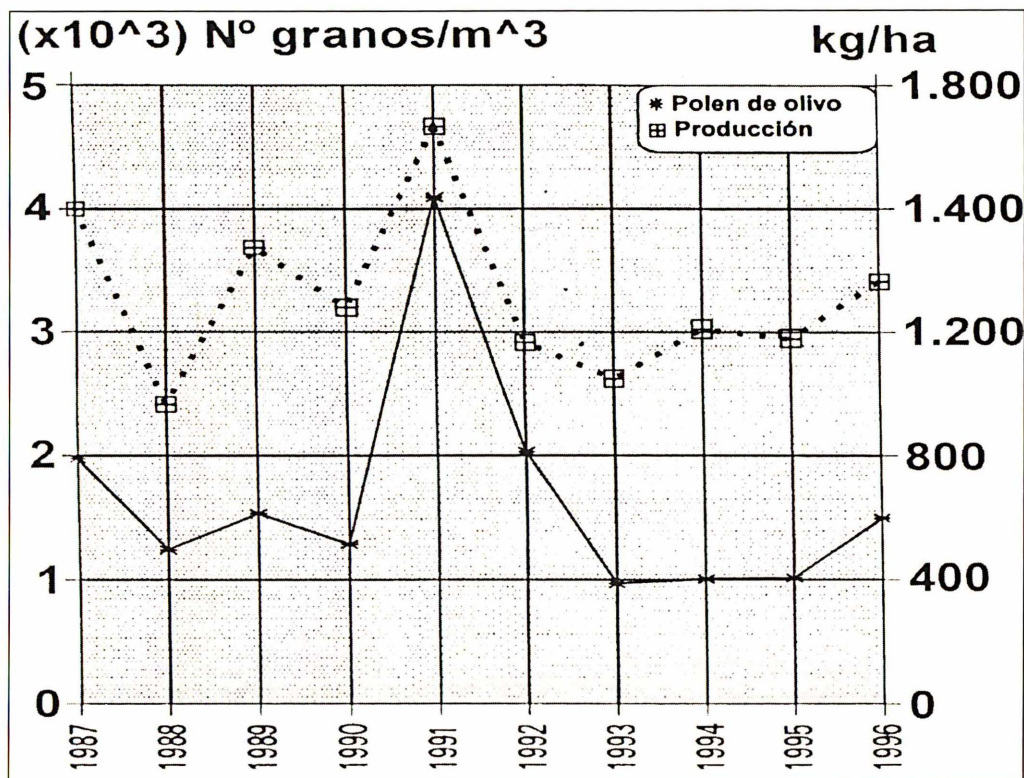


Figura 3. Variación polen/producción

Las precipitaciones anteriores a la presencia de polen de olivo en el aire (1° de septiembre a 15 de abril) fueron más abundantes en el periodo 1989-90 (886,2 l/m²) y 1995-96 (743,9 l/m²), y las más bajas se registraron en 1992-93 (173,6 l/m²) y 1993-94 (191 l/m²).

Las precipitaciones posteriores a la presencia del polen de olivo en el aire y anteriores a la recogida del fruto (1° de septiembre a 30 de noviembre), no superan los 200 l/m², siendo especialmente bajas en 1988 (29,4 l/m²).

En la **Tabla 1**, también se muestran las medias de las temperaturas máximas registradas durante los periodos de polinización principal (PPP), dichas temperaturas oscilan entre 23.5°C (1990) y 30.5 °C (1991).

RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS, EL POLEN DE OLIVO ATMOSFÉRICO Y LOS DATOS CLIMÁTICOS

En la **Tabla 2**, aparecen los coeficientes obtenidos para las ecuaciones utilizadas en los distintos análisis de regresión lineal múltiple. Las ecuaciones, se presentan en orden creciente de la correlación encontrada y por tanto en orden creciente de bondad de ajuste. La ecuación con menor r^2 es la número 1, en la que sólo se tiene en cuenta la cantidad de polen atmosférico, obteniéndose en consecuencia una correlación deficiente. La ecuación con mayor r^2 es la número 7, en la que se tiene en cuenta además de los recuentos de polen, los valores de la temperatura máxima durante el periodo de polinización principal, así como las precipitaciones anteriores y posteriores a dicho periodo, obteniéndose por tanto un buen ajuste.

Las cinco primeras ecuaciones, se pueden ajustar y utilizar a finales de junio, una vez que ha concluido la polinización del olivo, mientras que las dos restantes, sólo se pueden utilizar a primeros de diciembre, inmediatamente antes de que tenga lugar el inicio de la recolección de la aceituna.

| Tabla 2: Valores de Ajuste de correlación lineal múltiple | | | | | | | | | | |
|---|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|--------|--------|
| EC. | k | a ₁ | a ₂ | a ₃ | a ₄ | a ₅ | r | r ² | F | P |
| 1 | 948.29 | 0.217 | | | | | 0.786 | 0.618 | 12.950 | 0.007 |
| 2 | 898.29 | 0.210 | 0.111 | | | | 0.793 | 0.629 | 5.926 | 0.0312 |
| 3 | 2519.99 | 0.326 | | -65.14 | | | 0.878 | 0.771 | 11.790 | 0.0057 |
| 4 | 2496.01 | 0.346 | 0.0282 | -65.71 | | | 0.879 | 0.772 | 6.789 | 0.0235 |
| 5 | 2501.19 | 0.328 | 0.0740 | -60.13 | | -3.33 | 0.907 | 0.823 | 5.829 | 0.0410 |
| 6 | 1991.86 | 0.304 | | -48.11 | 1.47 | | 0.919 | 0.845 | 10.940 | 0.0076 |
| 7 | 1932.29 | 0.302 | 0.0519 | -47.34 | 1.48 | | 0.921 | 0.847 | 6.956 | 0.0028 |

k: Término constante

a_i: Coeficiente correspondiente al término i-ésimo X_i, siendo:

X₁: Polen atmosférico

X₂: Precipitación anterior

X₃: Temperatura máxima media

X₄: Precipitación posterior

X₅: Duración del período de polinización principal

r: Coeficiente de correlación

F y P: Resultados de los respectivos test de verificación

Analizando conjuntamente las siete ecuaciones propuestas, se observa que los coeficientes multiplicadores de la cantidad de polen y lluvias previas y posteriores a la polinización, poseen signo positivo y por tanto influyen positivamente, incrementando la futura cosecha. En cambio, los coeficientes multiplicadores de las medias de las tem-

peraturas máximas durante el periodo de polinización principal y de la duración de dichos periodos, poseen signo negativo, por lo que influyen negativamente, decreciendo la futura cosecha. La explicación a estos fenómenos la podemos encontrar en las características del ciclo biológico del olivo.

Las condiciones climatológicas del sur de España, con intensos periodos de sequía, deben tenerse en cuenta a la hora de realizar previsiones de cosecha en una planta como el olivo, con un ciclo biológico largo. En este sentido, Rallo (16) señala que la floración del olivo se ve perjudicada por un estrés hídrico en los meses anteriores a la misma. Lavee (22) indica que la cantidad de pulpa del fruto es menor si las lluvias otoñales precedentes a la recogida del fruto son escasas.

Por otra parte, si bien la temperatura es un factor que incide positivamente en la emisión de polen, cuando ésta es muy elevada, conduce a la producción de abortos ováricos, a la caída del fruto (9), y por tanto a una disminución de la cosecha. Finalmente, periodos de polinización de corta duración, son la consecuencia de una floración intensa y no interrumpida por bajadas de temperatura y ocurrencia de precipitaciones, lo que incide en una correcta abscisión natural de los frutos, de tal manera que los que permanecen en la planta, tienen más aporte de asimilados y se desarrollan mejor, mientras que un periodo de polinización prolongado, es sinónimo de una floración irregular, en los que es menor la competencia por asimilados, siendo también menor la caída natural del fruto, por lo que, aunque en principio hay más cantidad de fruto sobre el árbol, el desarrollo de los mismos es más deficiente (dado que la planta no puede abastecerlos correctamente a todos ellos), lo que también incide negativamente en la producción de fruto.

CONSIDERACIONES FINALES

Este modelo de previsión del rendimiento del cultivo es un método objetivo y sencillo. La buena fiabilidad que presenta, lo hace especialmente interesante para otros cultivos leñosos, donde las variaciones de superficies son menores y no resulta apropiado usar métodos de teledetección (avellano, viñedos, pistachos). La validez de estos resultados se fundamentan en una correcta ubicación del captador, en un número razonablemente alto de años de muestreo, en la integración y adecuada interpretación de datos de distinta procedencia (palinología, meteorología y agricultura), y un cultivo con una fenología singular, caracterizado por la permanencia larga del fruto en la planta.

Lógicamente, dados los factores que intervienen en el ajuste de las ecuaciones, estos modelos predictivos han de diseñarse para cada área geográfica en concreto, debiendo corregirse, reajustándose los coeficientes, a medida de que se disponga de más años de observaciones, y complementándose con observaciones de campo, sobre todo en aquellos años en los que ocurra algún fenómeno imprevisto durante el periodo que transcurre entre el final de la floración y el inicio de la cosecha, como pudiera ser un ataque fúngico mal controlado o la ocurrencia de anomalías meteorológicas significativas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Pinto da Silva, Q., 1964. *Análise polínica do ar do Porto. O Medico*, 665: 3-24.
2. Sarvas, R., 1962. *Investigations on the flowering and seed crop of Pinus sylvestris. Comm. Inst. Forest. Fenn.*, (3): 1-198.
3. Hyde, H. A., 1963. *Pollen-fall as a means of seeds prediction in certain trees. Grana*, 4: 217-230.

4. Galán, C., Infante, F., Ruiz de Clavijo, E. and Domínguez, E., 1988. *Variación estacional y diaria del polen de Olea europaea L. en la atmósfera de Córdoba en relación con los parámetros meteorológicos.* - *Anal. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*, 4: 46-53.
5. Macchia, L., Caiaffa, M. F., D'Amato, G. D. and Trusi, A., 1991. Allergenic significance of Oleaceae Pollen. In: D'Amato, G., Spiekma, F. T. M. & Bonini, S. (Eds.). *Allergenic pollen and pollinosis in Europe.* Blackwell scientific publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Paris, Berlin, Vienna, pp. 87-93.
6. Cour, P. and Van Campo, M., 1980. *Prévisions de récoltes à partir du contenu pollinique de l'atmosphère.* C. R. Acad. Sc. Paris, 290: 1043-1046.
7. Pinchon, O., 1983. *Contribution à l'étude du pollen et de la pollinisation du pommier (Malus pumila Miller) et prévisions de récolte à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère.* D. E. A. Agronomie, Ecol. Nat. Sup. Agron. De Montpellier.
8. Abid, A., 1984. *Contribution à l'étude de la pollinisation de l'olivier (Olea europaea).* Université de Montpellier II. Thèse Doctorale, Montpellier, 191 pp.
9. Cour, P. and Villemur, P., 1985. *Fluctuations des émissions polliniques atmosphériques et prévisions des récoltes des fruits.* 5è Colloque sur les Recherches Fruitières. Bordeaux, novembre 1985.
10. Lletjos, Ll., Bartroli, R., Esteban, A. and Riera, S., 1993. *Forecasting hazelnut (Corylus avellana L.) crop production based on monitoring airborne pollen concentration.* IV International Symposium on Fruit, Nut and Vegetables Production Engineering, Valencia- Zaragoza.
11. González Minero, F.J. and Candau, P., 1995. *La aeropalinología como modelo de previsión de cultivos. Los viñedos del Condado de Huelva.* Polen, 7: 59-63.
12. Zohari, D. and Hopf, M. 1988. *Domestication plant in the old world.* Oxford Clarendon Press, Oxford, pp. 278.
13. Valdés, B., Talavera, S. and Fernández Galiano, E., 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental.* Ketrés. Barcelona, pp. 484.
14. González Minero, F.J. and Candau P., 1996. *Prediction of the beginning of the olive full pollen season in south-west Spain.* Aerobiología, 12: 91-96.
15. Candau, P. and González Minero, F. J., 1997. *Predicting Olive crops by air pollen analysis. Findings of eight years of sampling in Seville (Spain).* Olivae, 65: 46-51.
16. Rallo, L., 1994. *Evaluación agronómica y obtención de nuevas variedades de olivo.* Olivicultura, 62: 17-28.
17. Almarza Mata, C. 1984. *Fichas hídricas normalizadas y otros parámetros hidro-meteorológicos.* Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, 412 p.
18. Morettini, A., 1950. *Olivicoltura.* R. E. D. A., Roma, pp. 595.
19. Mapas de cultivo y aprovechamientos de la provincia de Sevilla (1986). *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.* Madrid, p. 137.
20. Cour, P., 1974. *Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques à la surface du sol.* Pollen et Spores, 16: 103-141.
21. Boletín de Información Agraria y Pesquera. (1988-.... 1995). *Mes de marzo.* Números: 21, 32, 43, 54, 65, 76, 87, 89. *Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.* Sevilla
22. Lavee, S., 1994. *¿Por qué la necesidad de nuevas variedades de olivos?* Fruticultura, 62: 29-38.